

PIER GIUSEPPE CARETTO (*)

INDICAZIONI SU VARIAZIONI PALEOCLIMATICHE NEL PLIOCENE PIEMONTESE

Riassunto. — Nel Pliocene medio dei dintorni di Asti e in altri sedimenti isocroni del Piemonte (Italia, NW) lo scrivente ha individuato estese successioni stratigrafiche di faune a Molluschi interessanti sotto il profilo paleoclimatico. Ricerche condotte in varie località hanno infatti evidenziato variazioni verticali nelle associazioni di macrofaune, tali da identificare episodi di abbassamento e di rialzamento del clima durante la predetta parte del Periodo.

In particolare sono decisamente significative due delle associazioni paleofaunistiche rilevate. La prima, cronologicamente più recente, è ben rappresentata in corrispondenza di un livelletto conchigliare situato qualche metro sotto al livello a *Isognomon*, collegabile a grande distanza e caratteristico per i depositi pliocenici in questa regione paleontologica e altrove. La seconda è invece compresa entro ad una sottozonazione del complesso livello fossilifero che sovrasta le alternanze, sabbiose e argillose, normalmente indicanti il passaggio dalle argille grigio-azzurre di base nel bacino pliocenico piemontese. Queste associazioni di prevalenti Molluschi hanno fornito indicazioni per accertare apprezzabili diminuzioni nelle temperature medie, avvenute durante la lenta regressione del mare pliocenico in avvicendamento con episodi di clima notevolmente più caldo. Nel presente lavoro sono riferiti i dati raccolti nella frazione alta della formazione sabbiosa del Pliocene medio. In ulteriore contributo saranno riportate le risultanze relative ai depositi sottostanti nonché le indicazioni riassuntive.

Le rilevazioni effettuate in relazione ai predetti sedimenti superiori hanno fornito i seguenti risultati complessivi, dal basso in alto, a cominciare dalle sabbie sovrastanti il cospicuo ed esteso livello fossilifero inferiore:

— passaggio da associazioni di paleofaune di clima più caldo ad altre caratteristiche di clima tra temperato e temperato-freddo, con presenza in prossimità ed entro al livelletto conchigliare intermedio fra quelli citati, di Molluschi significativi quali, ad esempio, il Lamellibranco *Mya truncata* L., precedentemente non segnalato in questa e in altre regioni paleontologiche plioceniche;

— passaggio a faune tipiche di mare caldo-subtropicale (livello a *Isognomon*);

— ritorno ad associazioni faunistiche di tipo meno caldo fino all'episodio nuovamente più caldo, rappresentato dalla *facies* villafranchiana inferiore.

(*) Museo Civico di Storia Naturale, Corso Venezia 55, 20121 Milano.

In merito alle predette variazioni paleoclimatiche e, in particolare, per quanto attiene alla « punta » più fredda individuata, sono state controllate le successioni verticali delle macrofaune. Inoltre sono stati raccolti dati su microfaune e paleoflore onde ottenere un quadro possibilmente più completo della situazione. Quale serie tipica è stato considerato un affioramento fossilifero sito in Valle Botto, presso Asti, già noto per precedenti studi paleofaunistici (es. Caretto, 1975 a) Circa l'episodio di maggiore abbassamento climatico viene proposta la denominazione di « fase temperata, temperato-fredda, astense » e per l'interperiodo decisamente più caldo, collegato al livello ad *Isognomon*, quella di « fase calda valandonense » (da Valle Andona, presso Asti).

Abstract. — *Indications on paleoclimatic variations on Pliocene in Piedmont.*

In the course of systematic research in the sediments of medium Pliocene in Piedmont, data on the paleofauna was collected including associations of macrofauna, microfauna and palynologic associations. The chronologic succession of these indicates that fairly wide climatic variations took place at the time the sediments were deposited. In particular, this paper discusses the findings referring to the middle marine Pliocenic deposits. The surveys carried out have led to the identification of a temperate, temperate-cold period, alternated to warmer paleoclimatic periods of a subtropical nature. In connection with this climatic event, the presence of a cold « guest », *Mya truncata* L., has been noticed, formerly unknown in Piedmont and other Mediterranean paleontologic regions. Apart from the coldest peak detected, other minor variations occurred during the pliocenic paleoclimate in the areas under investigation, with more or less gradual fluctuations. The denomination of « asthensis temperate, temperate-cold, stage » is proposed for the coldest climatic event, and the name of « Valendonensis warm stage » for the warm sub-tropical period connected to the *Isognomon* level.

Premessa.

Ricerche condotte nella successione dei sedimenti del Pliocene medio (*sensu* RUGGIERI & SELLI, 1948) nelle località tipiche astigiane e piemontesi in genere hanno permesso di rilevare dati paleofaunistici per configurare variazioni climatiche intervenute durante il deposito dei sedimenti.

In particolare, sono dapprima emerse le seguenti indicazioni principali:

— le associazioni di macrofaune risultano cronologicamente ben differenziabili;

— le predette, nel loro complesso, non si ripetono quindi nella successione dei sedimenti;

— queste associazioni risultano molto estese e ben identificabili orizzontalmente negli affioramenti, soprattutto in rapporto ai livelli comprendenti concentrazioni di fossili, con qualche variazione locale nelle composizioni non rilevante sotto il profilo paleoclimatico;

— alcune specie significative compaiono o scompaiono risalendo nelle serie;

— cronologicamente, si alternano forme visibilmente tipiche di mare caldo o intorno a temperato (es. *Strombus coronatus* DeFrance e *Gibbula magus* (L.));

— diverse specie, climaticamente interessanti e delle quali alcune solo recentemente segnalate, risultano presenti in determinati sedimenti del Pliocene medio piemontese (es. *Venerupis aurea* (Gmelin), *Venerupis rhomboides* (Pennant), *Mya truncata* L. (v. CARETTO, 1985 a-c)).

In rapporto a queste constatazioni e a seguito di ricerche di reperti con criteri strettamente stratigrafici si è reso possibile ipotizzare il seguente quadro faunistico e paleoclimatico preliminare (dal basso in alto, partendo dalle argille grigio-azzurre di base):

— resti sparsi nelle sabbie o concentrati nella sottozonazione inferiore del livello fossilifero (normalmente suddivisibile in tre membri) sovrastante le argille piacentiane = elementi in favore di paleoambienti di tipo temperato-caldo;

— resti concentrati nella sottozonazione intermedia del predetto livello complessivo = segni indicanti un probabile abbassamento delle temperature medie del mare pliocenico;

— associazioni comprese nella parte alta del livello = Gasteropodi e Lamellibranchi tipici di acque subtropicali;

— resti sparsi nei sedimenti, con diminuzione delle forme di tipo caldo, rarefazione delle specie e popolazioni di minori dimensioni medie = nuovo abbassamento delle temperature plioceniche intervenuto gradualmente;

— fossili concentrati in tanatocenosi di modesto spessore (livelletto conchigliare, talora incostante) = rappresentano la « punta » più fredda;

— resti sparsi in sedimenti immediatamente superiori al livelletto predetto = permangono le indicazioni fornite da macrofaune di tipo temperato, temperato-freddo;

— resti concentrati alla base del livello superiore, con Terebratulidi e Pteridi margaritiferi = mare subtropicale;

— tanatocenosi di prevalenti *Isognomon* e di altre forme caratteristiche = clima caldo-subtropicale;

— resti sparsi o più o meno concentrati in sedimenti sovrastanti il livello a *Isognomon* = indicazioni di un più o meno graduale e non notevole abbassamento delle temperature relative a questi depositi superiori, ancora in *facies* marina.

Fra le varie specie che hanno fornito elementi per configurare le accennate variazioni paleoclimatiche risulta particolarmente interessante *Mya truncata* L. . Questa forma è stata rinvenuta dallo scrivente entro e in prossimità del livelletto conchigliare intermedio fra i due più cospicui che caratterizzano i depositi pliocenici medi predetti nella regione astigiana e altrove. Il Lamellibranco *Mya truncata* L., noto indicatore climatico, è caratteristico del Pleistocene freddo e, per l'Attuale, dei mari circumpolari, con distribuzione nord-europea (fino, a sud, alle Isole britanniche e nel Golfo di Biscaglia), nord-americana (es. Massachusset e Canada), mari del Giappone. Circa il Pliocene vi sono segnalazioni per il Bacino anglo-belga-olandese (es. vari autori, British Mus., 1963) mentre non era noto per il Bacino mediterraneo. Il ritrovamento di valve complete di questa specie perfettamente conservate nonché di altri resti nei sedimenti pliocenici intorno ad Asti (es. valle Botto, pressi di cascine Gondo e Gheresi) fornisce un ulteriore contributo di certezza, oltre a quanto si rileva circa altri fossili analogamente significativi.

L'individuazione di un numero sufficiente di elementi in favore di modifiche climatiche, ben apprezzabili, concernenti il Pliocene medio in Piemonte, ha condotto ad un approfondimento della ricerca riferito a:

- affioramenti esistenti in varie località, anche lontane;
- controllo stratigrafico e paleoambientale;
- macrofaune prevalenti;
- microfaune e indicazioni paleofitologiche.

Nel presente lavoro sono riportati i dati ottenuti esaminando i sedimenti pliocenici superiori al livello conchigliare complesso che sovrasta le argille di base. Circa i depositi che interessano quest'ultimo sono in corso le opportune verifiche stratigrafiche e paleofaunistiche.

Ringraziamenti. — Nel riportare i dati predetti si ringraziano i seguenti docenti ed esperti che hanno favorito in ogni modo la presente ricerca: Prof. G. Pinna, dott. P. Arduini, dott. G. Teruzzi, rispettivamente direttore e conservatori del Museo Civico di Storia Naturale di Milano. Prof. C. Conci della Società di Scienze Naturali. Prof. G. Ruggieri, Direttore dell'Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Palermo, prodigo di preziosi consigli su temi paleoclimatici e faunistici. Prof. R. Malaroda dell'Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Torino. Prof. U. Parenti, Direttore dell'Istituto e Museo di Zoologia sistematica dell'Università di Torino. La Soprintendenza Archeologica per il Piemonte, nelle persone della dott.ssa L. Mercado e del dott. L. Fozzati. Prof. F. Carraro, dott.ssa E. Cerchio, dott.ssa M. G. Forno, dell'Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Torino. Prof.ri F. Barbieri e S. Raffi dell'Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Parma. Sig. A. Coeli di Torino, per la parte iconografica. Sig. S. Chirone del Comune di Asti, per la costante assistenza sul terreno.

Studi precedenti.

Tradizionalmente il Pliocene è stato considerato un Periodo dal clima piuttosto omogeneo, meno caldo di quello miocenico ma pur sempre tendente a subtropicale.

Con tale presupposto, la raccolta di fossili in questi Piani geologici è spesso avvenuta in funzione più paleontologica che stratigrafica. In particolare, collezioni museologiche classiche, specialmente dell'Ottocento e dei primi decenni del secolo in corso, vennero formate trascurando criteri di sicuro riferimento stratigrafico e compresero, invece, esemplari raccolti in sedimenti cronologicamente anche ben differenti.

Risultarono quindi accomunate forme di diverso significato ambientale e climatico.

Da qualche tempo diversi studiosi hanno apportato dati che contestano la predetta omogeneità paleoclimatica e hanno fornito crescenti indicazioni per nuove considerazioni ambientali e faunistiche. Si tratta di pubblicazioni che, rivelandosi sempre meno isolate, appaiono destinate ad assumere una più ampia rilevanza per la comprensione della reale situazione verificatasi nel Pliocene. In merito, per quanto attiene al Pliocene delle nostre regioni, BRUNO (1877, 1900) segnalò giacimenti glaciomarini per i sedimenti medi di questo Periodo in località nei pressi di Ivrea, in Piemonte. Queste deduzioni vennero riprese e confermate da STOPPANI (1880). Altri autori, quali GASTALDI (1890) e SACCO (1888, 1927), contestarono invece le tesi di Bruno asserendo che i depositi dei dintorni di Ivrea erano non cenozoici ma quaternari. Più recentemente, RABOGLIATTI (1953) e GABERT (1962) sostennero l'opinione che i sedimenti in questione avessero inglobato resti fossili rimaneggiandoli da depositi pliocenici sottostanti. Intanto, SOARDI (1953), riferendo su rilevazioni stratigrafiche e micropaleontologiche effettuate durante prospezioni profonde nella Valle Padana, asserì che i dati raccolti indicavano fasi di clima freddo durante il Pliocene. Ulteriori sondaggi profondi nel bacino mediterraneo fornirono ancora indicazioni su pulsazioni fredde durante questo Periodo.

BERTOLANI-MARCHETTI *et alii* (1966) accertarono ancora presenze di flore fredde anche prima dell'inizio del Pliocene (es. Messiniano dei dintorni di Bologna). Ulteriormente, LONA (1962), LONA & BERTOLDI (1973) raccolsero dati palinologici indicanti raffreddamenti periodici del clima pliocenico, particolarmente per i sedimenti inferiori. In questo senso deposero pure studi su microfaune di BARBIERI (1967), BARBIERI & MEDIOLI (1964), CIARANFI & CITA (1972). Per quanto attiene ai depositi glaciomarini dei dintorni di Ivrea (Val Chiusella), pubblicazioni di BARBIERI (1967), BARBIERI, CARRARO, MEDIOLI & PETRUCCI (1974, 1975) hanno ac-

certato l'età pliocenica media dei sedimenti glaciomarini segnalati da Bruno, con apporti di conoscenze su macro e microfaune.

MARASTI & RAFFI (1979) hanno ancora analizzato faune a Molluschi del Bacino pliocenico mediterraneo in rapporto ad indicazioni di variazioni paleoclimatiche attribuibili a questo Periodo. Circa i depositi glaciomarini piemontesi, CERCHIO (1982) ne ha infine riconfermato la datazione pliocenica, con il controllo di dati palinologici.

Indicazioni su fluttuazioni paleoclimatiche nel Pliocene provengono altresì da varie regioni paleontologiche europee ed extraeuropee. A titolo di esempio si ricorda, a questo proposito e per i riferimenti utili alla presente ricerca, uno studio di ALBERICI, BARBIERI, JACCARINO & ROSSI (1973) relativo a campionamenti in sedimenti neogenici della dorsale medio-atlantica. Pure in questo caso gli elementi raccolti sui Foraminiferi planctonici hanno configurato diverse variazioni di importanza paleoclimatica. Recentemente RAFFI *et alii* (1985) hanno ulteriormente fornito interessanti dati paleoclimatici su macrofaune Plio-Pleistoceniche.

Indicazioni stratigrafiche.

Le rilevazioni relative ai sedimenti sovrastanti il livello conchigliare inferiore sono state effettuate in vari affioramenti piemontesi e, in particolare, nelle località classiche per il Pliocene.

Questi sedimenti entro al Pliocene marino sono geograficamente meno rappresentati di quelli sottostanti principalmente a causa della loro incoerenza e della maggiore erosione quaternaria subita.

Fra i giacimenti fossiliferi geograficamente controllati sono particolarmente estesi e notevoli quelli dei dintorni di Valle Andona e soprattutto di Valle Botto, ove possono essere seguiti lungo buona parte dei rilievi. Altri cospicui affioramenti sono evidenti nella vasta area compresa fra Colle don Bosco, Soglio, Settime, Castiglione d'Asti, Rocca d'Arazzo, Vigliano d'Asti, Montà, Villafranca d'Asti.

In tutta la regione paleontologica, ove affiorano i predetti depositi pliocenici medi, si constata una situazione sedimentaria analoga e ben correlabile. Sostanzialmente, si notano le seguenti successioni stratigrafiche e paleofaunistiche, dal basso in alto:

— sopra all'esteso livello conchigliare sovrapposto alle argille piacentine di base — sabbie astiane, talora più o meno debolmente argillose, per circa 9-12 m, con fossili sparsi;

— livelletto centimetrico conchigliare, talora localmente incostante, in sabbie più o meno incoerenti;

— sabbie astiane, talora tendenti ad argillose, giallastre od ocracee, per circa 2-3 m, con fossili sparsi;

— livello ad *Isognomon* o con forme correlabili, dello spessore da 1 a 2 m;

— sabbie astiane con fossili sparsi fino al passaggio alle ghiaie o alle sabbie villafranchiane, per circa 8-10 m.

Gli spessori e le distanze verticali fra i livelli fossiliferi subiscono, in qualche luogo, più ampie differenziazioni.

Le variazioni paleofaunistiche orizzontali che si possono riscontrare a cospicue distanze sono di carattere limitato oppure configurano associazioni prevalenti climaticamente assimilabili.

Fra le varie serie comparabili è stato prescelto a campione un affioramento particolarmente significativo e già noto, sito in Valle Botto presso Valleandona (Asti), fra le caschine Gondo e Ghersi (Carta I.G.M. al 25.000, IV° N.E., F. 69, Asti).

Questi depositi, facenti parte delle formazioni classiche per il Pliocene medio piemontese, hanno presentato i seguenti elementi di particolare interesse:

— buona esposizione (ancorché subverticale e meritevole di notevole prudenza nella ricerca);

— possibilità di seguire tutti i sedimenti del Pliocene medio per un'ampia estensione, con chiari collegamenti diretti, verticali e orizzontali;

— ricchezza di paleofaune a Molluschi;

— notorietà per precedenti ricerche e studi su faune climaticamente interessanti (v. Caretto, 1975 a).

L'approfondimento della ricerca in questa parte del Parco protetto dei dintorni di Valle Andona è stata condotta con l'interessamento della Soprintendenza Archeologica per il Piemonte (autorizzazione prot. 3516 del Ministero dei Beni Culturali, Soprintendenza Archeologica del Piemonte, in data 3/7/1985).

Sotto il profilo stratigrafico, litologico e paleofaunistico i sedimenti pliocenici considerati presentano quindi, sinteticamente, dal basso in alto (fig. 1):

— superiormente al livello a tanatocenosi di prevalenti Molluschi, sovrastante la formazione argillosa di base in *facies* piacentiana (rilevabile poco più in basso nella valle) = sabbie grigio-giallastre astiane, tendenti verso l'alto a ocraceo-grigiastre, con fossili sparsi; circa m 9;

— livelletto centimetrico a concentrazione di Molluschi = sabbie medio-fini abbastanza compatte; circa m 0,20-0,30;

— sabbie debolmente argillose, relativamente compatte = fossili sparsi e frustoli vegetali; circa 0,30-0,40 m;

— sabbie debolmente argillose, tendenti a sabbie = fossili più o meno sparsi, con grandi Ostreidi, circa 0,15-0,20 m;

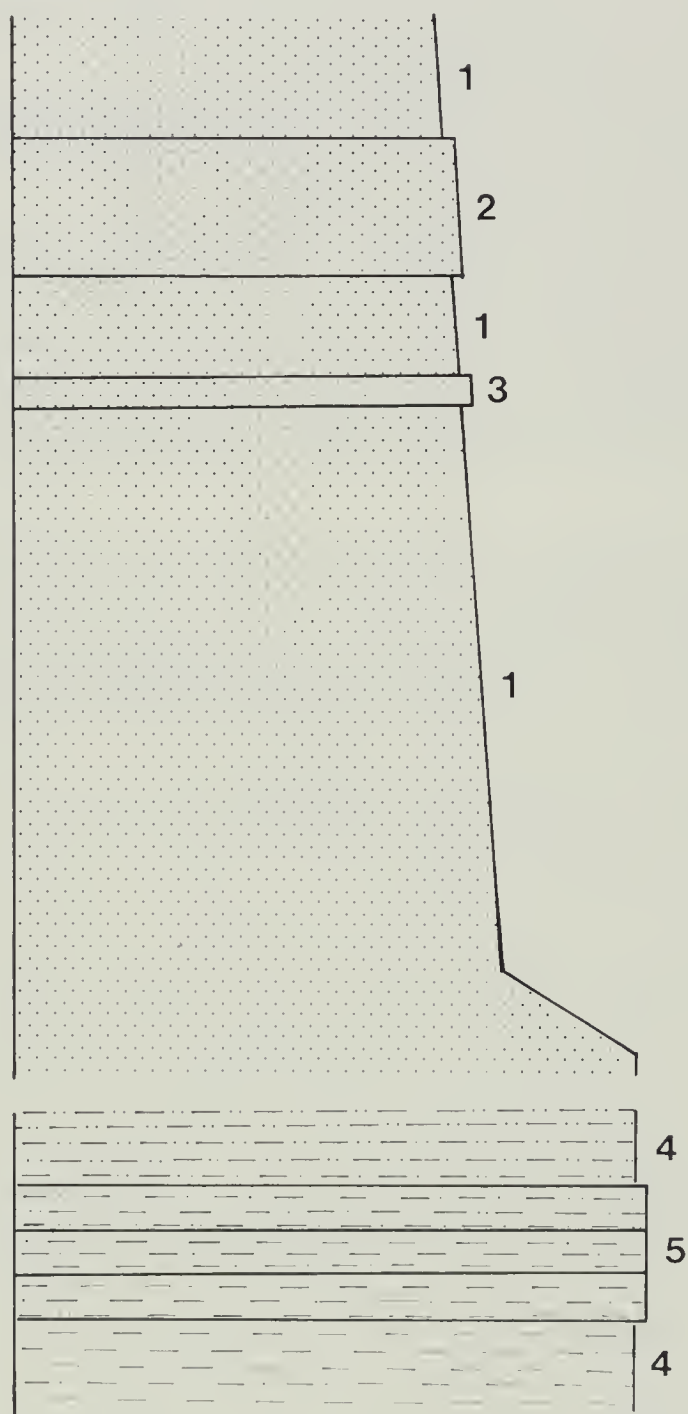


Fig. 1. — Schema stratigrafico dell'affioramento presso cascate Gondo e Gheri, in Valle Botto. 1: Sabbie in prevalente *facies* astiana. 2: Livello a *Isognomon*, con Pteridi alla base. 3: Livelletto conchigliare intermedio. 4: Sabbie argillose ocracee. 5: Livello fossilifero inferiore.

— sabbie debolmente argillose, grigio-ocracee = associazioni di Terebratulidi con Pteridi margaritiferi (*Pteria (Pinctada) margaritifera studei* (Mayer)), circa 0,40 m;

— sviluppo del livello a *Isognomon* = sabbie grigio-giallastre astiane medio-fini; circa 1½-2 m;

— sabbie astiane fino al terreno agricolo sovrastante = fossili prevalentemente sparsi; circa 5-7 m.

Indicazioni paleontologiche.

In relazione al predetto affioramento dei pressi di Valle Botto sono stati rilevati i dati di seguito riportati (dal basso in alto).

Associazioni di macrofaune decisamente prevalenti e forme significative.

a) Sabbie sovrastanti il livello conchigliare inferiore.

Risalendo dal piano di campagna fino al livelletto fossilifero intermedio si notano macrofaune essenzialmente autoctone, sparse quasi uniformemente nei sedimenti e spesso situate in posizione di vita. Si constata altresì segni di una subsidenza relativamente accentuata.

I resti di Molluschi, di flore e le sabbie medio-fini indicano fondali costieri poco profondi (circa 10-30 m) e soggetti a medie energie. Le associazioni faunistiche risultano già diverse da quelle costituenti la zonazione alta del sottostante livello conchigliare che, come premesso, caratterizza i depositi sovrapposti alle argille azzurre di base. Questo livello, di cospicuo spessore complessivo, viene a giorno poco sotto al predetto piano di campagna, scendendo verso il rio che segue la Valle Botto, in direzione sud-est (v. Caretto, 1963).

Nella frazione alta del livello predetto si notano appunto Molluschi di sicuro ambiente marino caldo, con prevalenza di cospicui Muricidi di più specie, di molti Cipreidi, Cassididi, Tonnidi, Mitridi e Conidi. Nelle sabbie sovrastanti, invece, queste ricche associazioni scompaiono e risultano sostituite da altre con forme visibilmente di mare sempre meno caldo mentre, verso l'alto, gli individui manifestano dimensioni spesso mediamente minori. Prevalgono così, Mitilidi, Pettinidi, Cardiidi, Trochidi, Rissoidi, Caliptreidi, Cancellariidi, non tipici di mare caldo. Alcune forme, come *Strioterebrum (S.) reticulare* (Pecchioli), residue di mare tendenzialmente caldo, appaiono sempre più rare e tendono a scomparire verso l'alto. Comunque, a proposito di Terebridi, occorre ricordare che,

da qualche tempo, sono segnalate popolazioni viventi nel Mediterraneo, quali quelle di *Terebra cosentini* Philippi (Mediterraneo nord-occidentale).

Fra i Gasteropodi, poco inferiormente al livelletto conchigliare intermedio fra quelli più evidenti citati, si constatano maggiori frequenze di Naticidi, sempre di mare non caldo.

Tra le forme maggiormente rappresentative di questi sedimenti si notano:

Lamellibranchi

Nucula (*N.*) *nucleus* (L.), *Barbatia* (*B.*) *barbata* (L.), *Anadara* (*A.*) *diluvii* (Lamarck), *Glycymeris* (*G.*) *pilosa* (L.), *Pinna* (*P.*) *nobilis* L., *Pinna* (*Atrina*) *pectinata* (L.), *Chlamys* (*Aequipectem*) *scabrella* (Lamarck), *Chlamys* (*Mannpecten*) *pesfelis* (L.), *Pecten* (*Flabelliptecten*) *flabelliformis* (Brocchi), *Pecten* (*P.*) *jacobaeus* (L.), *Anomia* (*A.*) *ephippium* L., *Lima* (*L.*) *lima* (L.), *Ostrea* (*O.*) *edulis* L., *Lucinoma borealis* (L.), *Diplodonta* (*D.*) *rotundata* (Montagu), *Glans* (*G.*) *intermedia* (Brocchi), *Cardium* (*Bucardium*) *hians* Brocchi, *Acanthocardia echinata* (L.), *Laevicardium* (*L.*) *oblongum* (Chemnitz), *Macra corallina lignaria* Monterosato, *Ensis ensis* (L.), *Tellina* (*Moerella*) *donacina* L., *Tellina* (*Oudardia*) *compressa* Brocchi, *Macoma* (*M.*) *cumana* (O. G. Costa), *Gari* (*Psammobia*) *fervensis* (Gmelin), *Azorinus* (*A.*) *chamasolen* (Da Costa), *Glossus humanus* (L.) = *Isocardia cor* (L.), *Venus* (*Ventricoloidea*) *casina* L., *Pitar* (*P.*) *rudis* (Poli), *Pelecypora* (*P.*) *brocchii* (Deshayes), *Clansinella fasciata* (Da Costa), *Corbula* (*Varicorbula*) *gibba* (Olivi), *Hiatella* (*H.*) *rugosa* (Pennant), *Notoderedo norvagicus* (Spengler).

Gasteropodi

Diodora gibberula (Lamarck), *Gibbula magus* (L.), *Calliostoma zizyphinum* (L.), *Calliostoma conulum* (L.), *Tornus subcarinatus* (Montagu), *Turritella* (*Haustator*) *vermicularis* (Brocchi), *Mathilda quadricarinata* (Brocchi), *Petalococonchus intortus* (Lamarck), *Bivonia triquetra* (Bivona), *Niso* (*N.*) *terebellum* (Chemnitz), *Niso* (*N.*) *eburnea* Risso, *Calyptraea chinensis* (L.), *Crepidula unguiformis* Lamarck, *Aporrhais pespelecani* (L.), *Neverita josephinia* Risso, *Naticarius stercusmuscarum* (Gmelin), *Naticarins* (*N.*) *dillwyni* (Payraudeau), *Malea orbiculata* (Brocchi), *Ficus reticulatus* (Lamarck), *Sphaeronassa mutabilis* (L.), *Hinia* (*H.*) *reticulata* (L.), *Fusinus rostratus* (Olivi), *Fusinus clavatus* (Brocchi), *Cancellaria* (*Bivetiella*) *concellata* (L.), *Narona* (*Sveltia*) *varicosa* (Brocchi), *Strioterebrum* (*S.*) *reticulare* (Pecchioli), *Eulimella* (*E.*) *scillae* (Scacchi), *Scaphander* (*S.*) *lignarins* (L.).

Scafopodi

Antalis (A.) dentale (L.), *Dentalium sexangulum* Schröter.

Nel complesso le macrofaune formano, verso l'alto, associazioni sempre più simili a quelle del livelletto fossilifero intermedio.

Considerate le forme prevalenti per frequenza e rappresentatività appare evidente che il paleoclima, successivamente ai depositi del livello conchigliare inferiore, subì apprezzabili variazioni nel senso di un raffreddamento. Le indicazioni che si rilevano a questo proposito sono appunto atte a configurare una più o meno graduale diminuzione delle temperature medie in questi depositi del Pliocene piemontese.

b) *Livelletto intermedio, costituito da sabbie contenenti concentrazioni di fossili e caratterizzato da prevalenti Pettinidi.*

Nel livello centimetrico a tanatocenosi (principalmente autoctona) di Molluschi nonché nei sedimenti immediatamente superiori e inferiori, prevalgono determinate macrofaune, entro a sabbie ocraceo-grigiastre.

In questa zonazione dei sedimenti pliocenici è presente un'associazione a Molluschi comprendente un prevalente numero di individui di Lamellibranchi. Fra queste forme, alcune specie sono di cospicue dimensioni (es. *Pecten (Flabellipecten) nigromagnus* (Sacco), *Palliolum (Lyssochlamys) excisum* (Bronn)) mentre le rimanenti, in maggioranza, presentano dimensioni medio-piccole o piccole (es. *Lucina (L.) orbicularis* Deshayes, *Corbula (Varicorbula) gibba* (Olivi)). Nel complesso queste faune risultano chiare indicatrici di *habitat* costiero, di tipo infralitorale e litorale.

Sotto il profilo climatico, il complesso dei Molluschi esistenti indica, anche ad un primo esame, una sovrabbondanza di specie certamente non tipiche di mari caldi ma, per contro, comprendenti note forme di clima temperato, temperato-freddo. Soprattutto i Lamellibranchi prevalenti forniscono elementi immediati e oggettivi per questa constatazione. Si nota ancora che l'associazione paleofaunistica di questi sedimenti comprende un numero relativamente non elevato di specie. Alcune delle stesse predominano però con cospicue presenze di individui.

Onde fornire un quadro idoneo per l'individuazione del paleoclima relativo a questa fase più recente del Pliocene medio vengono di seguito riportati gli elenchi delle macrofaune fortemente prevalenti nella tanatocenosi o di interesse paleoclimatico. In merito, occorre premettere che i *taxa* individuati sono riferiti, in gran parte, a forme ancora viventi nell'Attuale e, quindi, di notevole interesse per gli aspetti climatici.

A questo proposito, negli elenchi sono contenute indicazioni sulla geonemia odierna, in base alle notizie desunte dalla letteratura malacologica più recente.

I riferimenti al Mediterraneo riguardano coste prevalentemente nord-occidentali. Circa le specie estinte, quando possibile, sono stati operati raffronti con forme congeneri e aventi caratteristiche comparabili a quelle dei *taxa* pliocenici considerati. Nel livello a Pettinidi sono quindi maggiormente rappresentate, evidenti o significative le seguenti specie:

Lamellibranchi

Nucula (*N.*) *nucleus* (L.). Oligocene-Attuale. Coste atlantiche, dalla Norvegia al Capo di Buona Speranza, Natal, Mediterraneo.

Nuculana (*Lembulus*) *pella* (L.). Miocene-Attuale. Coste atlantiche, Mediterraneo.

Barbatia (*Soldania*) *mytiloides* (Brocchi). Miocene-Pleistocene. (Calabriano).

Anadara (*A.*) *pectinata* (Brocchi). Miocene-Pleistocene (Calabriano, Siciliano).

Glycymeris (*G.*) *glycymeris* (L.) Miocene-Attuale. Baltico, coste atlantiche, dalla Norvegia alle Canarie, Mediterraneo.

Glycymeris (*G.*) *pilosa* (L.). Miocene-Attuale. Mediterraneo.

Modiolus (*M.*) *adriaticus* (Lamarck). Miocene-Attuale. Baltico, coste atlantiche, dalla Norvegia alle Canarie, Mediterraneo settentrionale, Mar Nero.

Modiolus (*M.*) *barbatus* (L.). Pliocene-Attuale. Coste britanniche, Irlanda, Penisola Iberica, coste atlantiche del Marocco, Mediterraneo, Mar Nero.

Pinna (*P.*) *nobilis* L. . Miocene - Attuale. Coste atlantiche europee, Mediterraneo.

Palliolum (*Delectopecten*) *simile* (Laskey). Miocene-Attuale. Coste atlantiche, dalla Norvegia alle Canarie, Mediterraneo.

Palliolum (*Lyssochlamys*) *excisum* (Bronn) (molto frequente). Miocene-Pliocene. Forma correlabile a *P. (D.) simile* (Laskey), particolarmente allo stato giovanile, però di dimensioni sensibilmente superiori (fino a c/a 10 cm di larghezza).

Chlamys (*C.*) *varia* (L.). Miocene-Attuale. Coste atlantiche, dalla Danimarca alla Penisola Iberica, Senegal, Mediterraneo.

Chlamys (*Aequipecten*) *opercularis* (L.). Miocene-Attuale. Coste atlantiche, Norvegia, Canale della Manica, Azzorre, Mediterraneo settentrionale.

Pecten (*Flabellipecten*) *alessii* (Philippi). Pliocene.

Pecten (*Flabellipecten*) *nigromagnus* (Sacco). Pliocene (molto frequente). Forma molto simile come morfologia, dimensioni e residui di colorazione (bruno-nerastra), specialmente interna e distale nelle valve, all'attuale

Pecten (*F.*) *maximus* (L.), vivente lungo coste atlantiche, dalla Norvegia alla Penisola Iberica. Se ne differenzia per il maggior numero di costola-

ture. L'*habitat* è ben correlabile (fondi costieri sabbiosi, debolmente argillosi). *P. (F.) nigromagnus* si differenzia altresì da *P. (F.) flabelliformis* (Brocchi) per il costante maggiore distanziamento delle costolature.

Anomia (A.) ephippium L. . Oligocene-Attuale. Islanda, Faroer, coste atlantiche fino al Marocco, Mediterraneo. Atlantico del Sud, Isole Falkland.

Lima (L.) tuberculata (Olivi) = *Mantellum inflatum* (Chemnitz). Miocene-Attuale. Coste atlantiche europee, Mediterraneo.

Lima (L.) hians (Gmelin). Miocene-Attuale. Dalle Isole Lofoten alle Canarie, Azzorre, Mediterraneo.

Neopycnodonte (P.) cochlear (Poli). Miocene-Attuale. Coste atlantiche europee, Mediterraneo.

Ostrea (O.) edulis L. . Miocene-Attuale. Mare del Nord, coste atlantiche, dalla Norvegia alla Penisola Iberica, Marocco atlantico, Mediterraneo, Mar Nero.

Astarte (A.) sulcata (Da Costa). Pliocene-Attuale. Groenlandia, Islanda, Mare di Barents, coste atlantiche fino alla Penisola Iberica, coste a Nord-Ovest dell'Africa, Mediterraneo.

Lucina (L.) orbicularis Deshayes (molto frequente). Miocene-Pliocene. Simile a forme di mare temperato, temperato-freddo, quali quelle dei generi *Lucinoma* e *Thyasira* (es. *T. flexuosa* (Montagu)).

Diplodonta (D.) rotundata (Montagu). Oligocene-Attuale. Coste atlantiche, dalla Norvegia all'Africa occidentale, Mediterraneo.

Cardium (Bucardium) hians Brocchi. Miocene-Attuale. Ben nota per il Pleistocene italiano (Es. Sicilia), questa forma di fondali tranquilli è ora rara in Mediterraneo.

Acanthocardia (A.) echinata (L.). Miocene-Attuale. Baltico, coste atlantiche, dalla Norvegia alle Canarie, Mediterraneo (Adriatico).

Acanthocardia (A.) paucicostata (Sowerby). Miocene-Attuale. Coste atlantiche, Inghilterra, Canarie, Mediterraneo, Mar Nero.

Cerastoderma (C.) edule (L.). Pliocene-Attuale. Mare di Barents, coste atlantiche fino al Senegal, Mediterraneo.

Lutraria (L.) lutraria (L.). Miocene-Attuale. (t. 2, fig. 5) Baltico, coste atlantiche, dalla Norvegia alla Guinea, Sud Africa, Mediterraneo. I reperti corrispondono alla forma « *elliptica* », tipica del Nord-Atlantico (= conchiglia sottile, posteriormente ben allungata, ad andamento distalmente un po' ondulato, subarrotondata ai bordi anteriore e posteriore, ad accrescimenti marcati, specie posteriormente). Inoltre, presentano somiglianze con la forma *L. scaldensis*, segnalata per il Pliocene dell'Olanda da Van URK (1980).

Tellina (Moerella) pulchella Lamarck. Miocene-Attuale. Coste atlantiche, Spagna, Portogallo, Mediterraneo.

Tellina (Moerella) donacina L. . Miocene-Attuale. Coste atlantiche, Inghilterra, fino al Marocco, Mediterraneo, Mar Nero.

Tellina (Oudardia) compressa Brocchi. Miocene-Attuale. Coste atlantiche, Portogallo, Gibilterra, Mediterraneo.

Tellina (T.) serrata Renierj. Miocene-Attuale. Mediterraneo.

Macoma (Psammacoma) elliptica (Brocchi). Oligocene-Pleistocene. Simile all'atlantica *M. (P.) melo* Sowerby.

Scrobicularia plana (Da Costa). Pliocene-Attuale. Baltico, coste atlantiche, dalla Norvegia al Senegal, Mediterraneo.

Abra (Syndosmya) alba (Wood). Miocene-Attuale. Baltico, coste atlantiche, dalla Norvegia al Senegal, Mediterraneo.

Solecurtus scopulus candidus (Renierj). Miocene-Attuale. Coste nord-atlantiche, Inghilterra, Canarie, Mediterraneo.

Azorinus (A.) chamasolen (Da Costa). Miocene-Attuale. Coste atlantiche, dalla Norvegia al Marocco, Canarie, Mediterraneo.

Glossus humanus (L.) (= *Isocardia cor* (L.)). Miocene-Attuale. (t. 2, figg. 1-2) Coste atlantiche, dalla Norvegia al Marocco, Mediterraneo (Adriatico). I reperti, subarrotondati e rigonfi, corrispondono bene a quelli attuali delle coste nord-atlantiche e del Mediterraneo settentrionale.

Venus (Ventricoloidea) casina L. . Pliocene-Attuale. Coste atlantiche, dalla Norvegia al Marocco, Canarie, Senegal, Mediterraneo.

Clausinella fasciata (Da Costa). Miocene-Attuale. Isole britanniche, Lofoten, Penisola Iberica, Marocco atlantico, Mediterraneo.

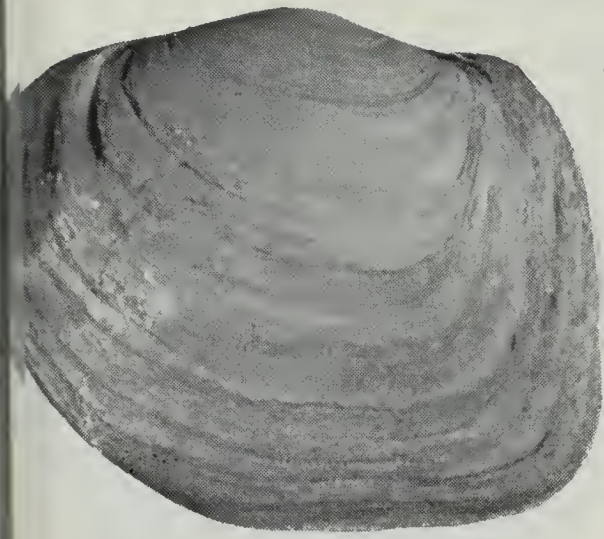
Venerupis (V.) aurea (Gmelin). Pliocene-Attuale. Coste atlantiche, dalla Norvegia al Marocco, Mediterraneo, Mar Nero.

Chamelea gallina striatula (Da Costa). Miocene-Attuale. Isole britanniche, Lofoten, coste occidentali del Marocco, Mediterraneo, Mar Nero.

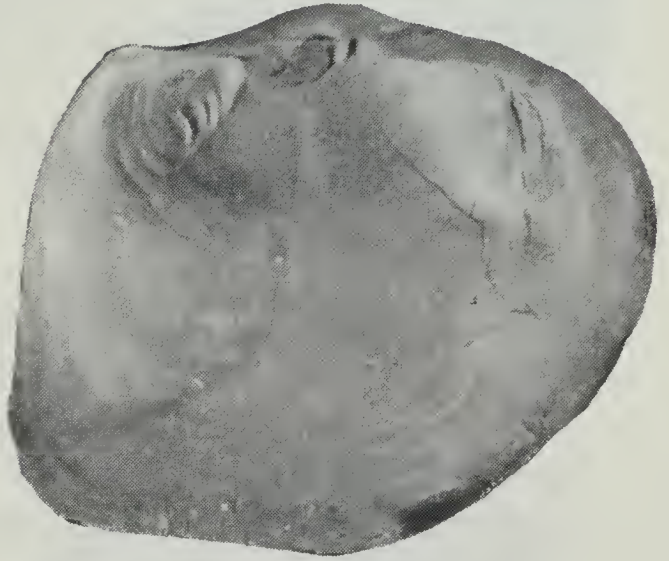
Mya truncata L. Pliocene-Attuale. (t. 1, figg. 1-4). Artico, coste atlantiche, Golfo di Biscaglia, Massachusset, Vancouver, Giappone.

TAVOLA I

TAV. I. — *Mya truncata* L. 1-4, esemplare completo. 1-2, valva sinistra, h 58 mm, largh. 70 mm. 3-4, valva destra, h 58 mm, largh. 75 mm. Pliocene medio. Fase astense. Valle Botto (AT) (Mus. Civ. St. nat. Milano, n. i7908). 5-6, valva destra, h 50 mm, largh. 75 mm. Attuale - Mare del Nord (Mus. Ist. Zool. Sist. Torino).



1



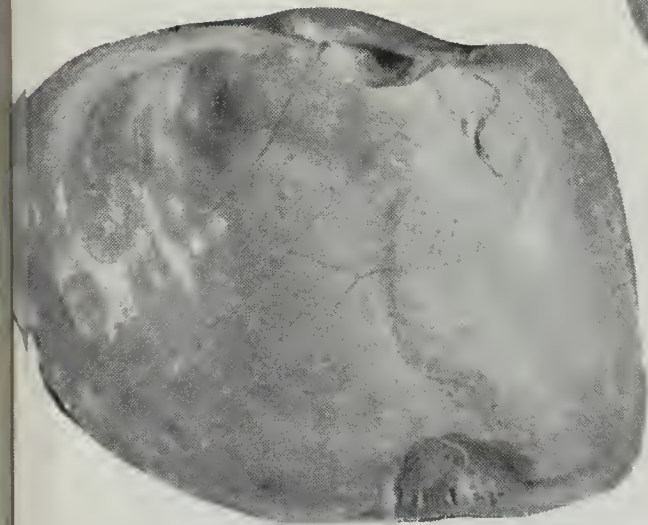
2



3

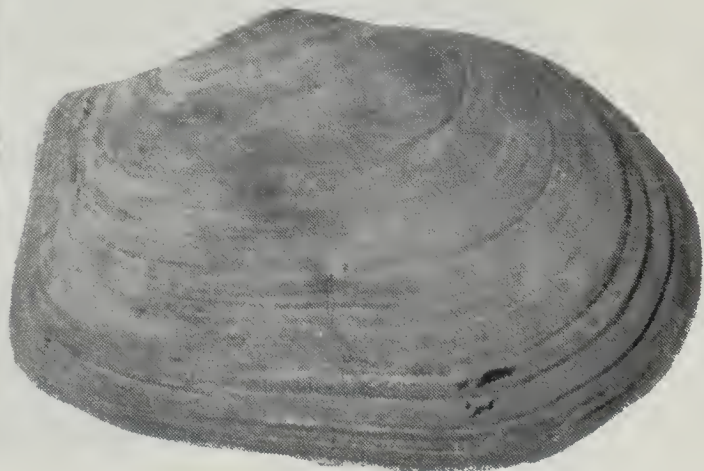


5



4

6



Corbula (Varicorbula) gibba (Olivi). Eocene-Attuale. Coste atlantiche, dalla Norvegia all'Angola, Mediterraneo, Mar Nero.

Hiatella (H.) arctica (L.). Oligocene-Attuale. Emisfero Nord, Mediterraneo settentrionale.

Hiatella (H.) rugosa (Pennant). Oligocene-Attuale. Dall'Artico all'Atlantico, Mediterraneo.

Gasteropodi

Diodora gibberula (Lamarck). Miocene-Attuale. Coste atlantiche, dalla Norvegia alle Canarie, Mediterraneo.

Gibbula magus (L.). Miocene-Attuale. Coste nord-atlantiche, Irlanda, Shetland, Inghilterra, Mediterraneo.

Calliostoma (C.) zizyphinum (L.) Miocene-Attuale. Coste nord-atlantiche, Inghilterra, Mediterraneo.

Circulus striatus (Philippi). Miocene-Attuale. Coste nord-atlantiche, Inghilterra, Mediterraneo.

Tricolia pulla (L.). Pliocene-Attuale. Coste nord-atlantiche, Inghilterra, Mediterraneo.

Mathilda quadricarinata (Brocchi). Miocene-Attuale. Coste atlantiche, Mediterraneo occidentale.

Petalococonchus intortus (Lamarck). Miocene-Attuale. Coste atlantiche europee, Mediterraneo.

Bivonia triquetra (Bivona). Miocene-Attuale. Mare del Nord, Atlantico, Mediterraneo (Corsica).

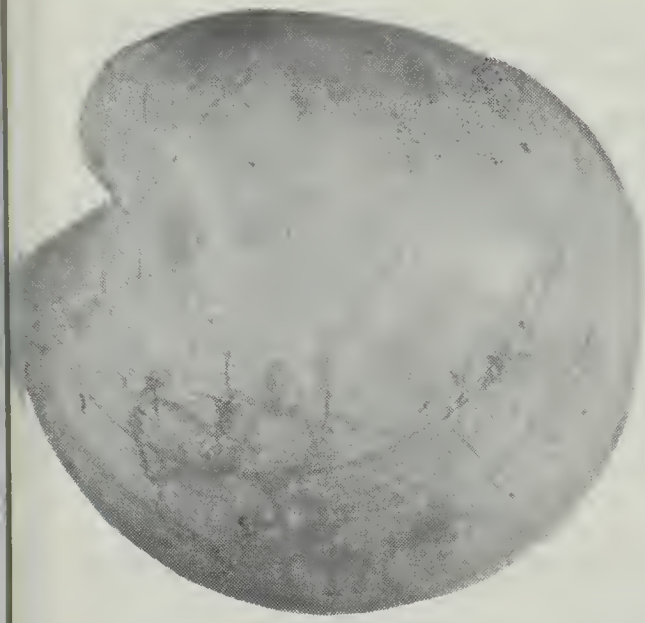
Calyptraea (C.) chinensis (L.). Miocene-Attuale. Coste nord-atlantiche, Inghilterra, Mediterraneo.

Neverita josephinia Risso. Miocene-Attuale. Mediterraneo (Adriatico).

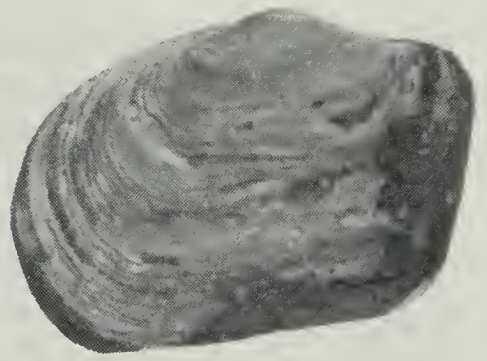
Lunatia (L.) catena (Da Costa). Miocene-Attuale. Mare del Nord, coste atlantiche europee, Inghilterra, Mediterraneo.

TAVOLA II

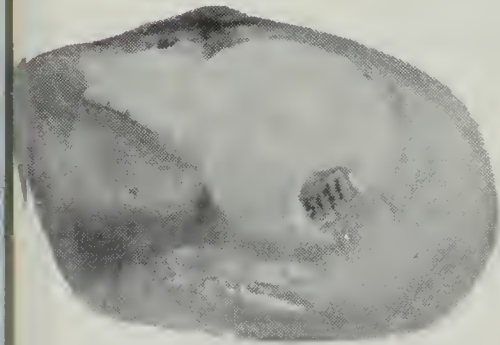
TAV. II. — 1-2: *Glossus humanus* (L.), valva sinistra, h 74 mm, largh. 76 mm. Pliocene medio. Fase astense. Valle Botto (AT) (Mus. Civ. St. nat. Milano, n. i7909). 3-4: *Mya truncata* L., valva sinistra, h 35 mm, largh. 52 mm. Attuale. Coste olandesi (Mus. Ist. Zool. Sist. Torino). 5: *Lutraria (L.) lutraria* (L.), valva sinistra, h 60 mm, largh. 115 mm. Pliocene medio. Fase astense. Valle Botto (AT) (Mus. Civ. St. nat. Milano, n. i7910).



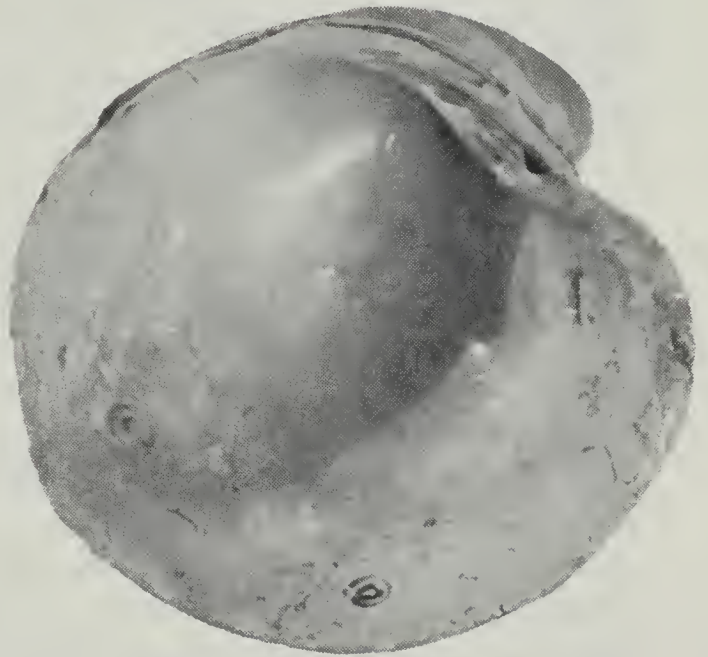
1



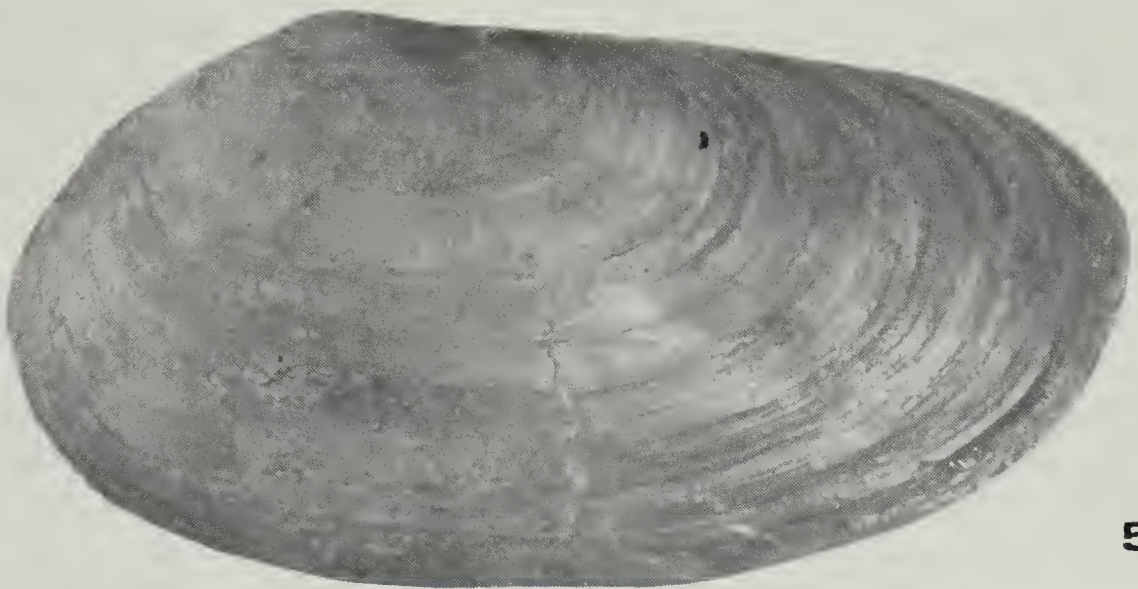
3



4



2



5

Naticarius (*N.*) *stercusmuscarum* (Gmelin). (= *N.* (*N.*) *millepunctatus* (Lamarck)) Miocene-Attuale. Coste atlantiche europee, Mediterraneo.

Naticarius (*N.*) *dillwyni* (Payraudeau). Miocene-Attuale. Coste atlantiche, Mediterraneo.

Naticarius (*N.*) *pseudoepiglottinus* (Sismonda). Miocene-Pliocene. Forma strettamente associata ad altre attualmente nord-atlantiche-europee e mediterranee.

Sphaeronassa (*S.*) *mutabilis* (L.). Pliocene-Attuale. Coste atlantiche, Mediterraneo (Adriatico).

Hinia (*H.*) *reticulata* (L.). Miocene-Attuale. Coste nord-atlantiche, Inghilterra, Bretagna, Mediterraneo.

Hinia (*H.*) *limata* (Chemnitz). Pliocene-Attuale. Coste atlantiche europee, Mediterraneo (Adriatico).

Hinia (*H.*) *incrassata* (Ström). Pliocene-Attuale. Coste nord-atlantiche. Golfo di Biscaglia, Mediterraneo.

Fusinus rostratus (Olivi). Miocene-Attuale. Mediterraneo.

Narona (*Sveltia*) *varicosa* (Brocchi). Miocene-Pliocene. Comparabile a *N.* (*S.*) *coronata* (Scacchi) del Mediterraneo.

Scafopodi

Antalis (*A.*) *vulgare* (Da Costa). Miocene-Attuale. Coste atlantiche europee, Mediterraneo.

Antalis (*A.*) *dentale* (L.). Pliocene-Attuale. Coste atlantiche europee. Nord-America, Mediterraneo.

Dentalium sexangulum Schröter e forma « *magnicostata* » Sacco. Miocene-Pliocene.

Nel complesso si rilevano: specie attualmente di mari freddi settentrionali, di acque nord-europee, di coste medio-atlantiche, del Mediterraneo (prevalentemente europeo), altre di vari *habitat* geografici, comunque non caratteristiche di mari caldi o subtropicali. In maggioranza si tratta di forme ben note e controllabili.

L'insieme delle specie decisamente dominanti e significative elencate configura, quindi, faune di tipo prevalentemente atlantico e mediterraneo settentrionale, con associazioni che, nell'Attuale, caratterizzano mari temperati, temperato-freddi. Notevoli somiglianze, ad esempio, si rilevano con popolazioni costiere nord-atlantiche, dalla Norvegia alle Isole britanniche (v. es. MCMILLAN, 1968, TEBBLE, 1976).

Con questo riferimento risultano quindi ben rare le forme di adattamento climatico molto ampio o residue di associazioni di mare più caldo. La composizione faunistica rilevata è stata altresì confrontata con altre pleistoceniche di mare temperato-freddo. Anche in questo caso si sono rilevate notevoli convergenze nelle associazioni a Molluschi prevalenti e tipici. Le indicazioni complessive forniscono comunque elementi per attribuire queste faune fossili preferibilmente ad ambienti di clima intermedio fra temperato e temperato-freddo.

c) *Sedimenti sovrastanti il livelletto conchigliare, fino alla base del livello a prevalenti Isognomon.*

Nei sedimenti superiori al livelletto intermedio, ove si rileva la presenza di *Anadara (A.) diluvii* (Lamarck) (ancora forma di mare temperato) quasi a contatto con questa tanatocenosi, sotto il profilo sedimentologico e complessivo non si notano segni di sensibili variazioni delle profondità marine.

Risalendo nella serie, si constata una nuova variazione nelle associazioni a Molluschi. A parte *Panopea glycymeris* (Born), che occupa sedimenti depositi in precedenza, compaiono grandi conchiglie di Ostreidi simili ad altre di mari più caldi attuali. Si tratta, per lo più, di *Ostrea (O.) lamellosa* Brocchi e di altre del genere *Gigantostrea*. Si notano inoltre Spondilidi (es. *Spondylus (S.) gaederopus* L.) e Pettinidi del genere *Hinnites*. Poco più in alto si addensano estese oligoassociazioni di Brachiopodi del genere *Terebratula*.

Inserite fra questi ultimi e immediatamente sopra sono presenti grandi conchiglie (talora complete e ritrovate in posizione di vita) di *Pteria (Pinctada) margaritifera studeri* (Mayer) specie sicura indicatrice di mare caldo-subtropicale. Infatti questo Lamellibranco è del tutto comparabile alla vivente *P. (P.) margaritifera margaritifera* (L.) tipica del Mar Rosso e dell'Oceano Indiano (v. es. Caretto, 1975 a). Si perviene così al livello superiore a *Isognomon*, ricco di grandi conchiglie di varie specie e sempre ben riconoscibile ovunque.

d) *Livello a tanatocenosi di prevalenti Isognomon.*

Le associazioni di macrofaune, nel complesso, si discostano nettamente da quelle dei sedimenti inferiori, caratterizzati particolarmente dal livelletto a Pettinidi predetto. In questi depositi prevalgono peraltro specie di cospicue dimensioni e, in basso, si notano ancora le cospicue conchiglie di Pteridi della specie citata.

Fra le macrofaune sono rilevanti:

Lamellibranchi:

Arca (A.) *noae* L., *Barbatia* (*Cucullearca*) *candida* (Chemnitz), *Glycymeris* (G.) *bimaculata* (Poli), *Isognomon* (*Hippochaeta*) *maxillatus* (Lamarck), *Pecten* (*Flabellipecten*) *flabelliformis* (Brocchi), *Spondylus* (S.) *crassicosta* Lamarck, *Ostrea* (O.) *lamellosa* Brocchi, *Glans* (G.) *intermedia* (Brocchi), *Cardites antiquatus pectinatus* (Brocchi), *Discors aquitanicus* (Mayer), *Lutraria* (L.) *lutraria* (L.), *Lutraria* (*Psammophila*) *oblonga* (Chemnitz), *Tellina* (*Peronea*) *planata* L., *Venus* (*Ventricoloidea*) *verrucosa* L., *Circumphalus foliaceolamellosus* (Dillwin), *Callista* (C.) *chione* (L.), *Myrsopsis pernarum* Bonelli.

Gasteropodi

Diodora italica (Defrance), *Astraea rugosa* (L.), *Turritella* (*Haustator*) *vermicularis* (Brocchi), *Lemintina arenaria* (L.), *Zonaria* (Z.) *pyrum* (Gmelin), *Cypraecassis* (C.) *pseudocrumena* (d'Orbigny), *Cymatium* (*Lampusia*) *affine* (Deshayes), *Murex brandaris torularius* (Lamarck), *Murex* (*Favartia*) *brevicanthos* Sismonda, *Mitra* (M.) *fusiformis* (Brocchi), *Turris turricula* (Brocchi), *Conus mercatii* Brocchi, *Subula* (S.) *fuscata* (Brocchi) (v. anche Caretto, 1963).

Oltre a *Isognomon*, alcune forme, quali *Myrsopsis pernarum* Bonelli e *Murex* (F.) *brevicanthos* Sismonda, sono caratteristiche di questo livello. Nel complesso le faune comprese in questa posizione stratigrafica, sia per i riferimenti all'Attuale che per le analogie con forme simili, confermano un ambiente marino di tipo costiero, caldo-subtropicale.

e) *Sabbie superiori al livello a Isognomon.*

Nei sedimenti grigio-giallastri che sovrastano il livello a *Isognomon* nelle località plioceniche tipiche dei dintorni di Asti e altrove, si notano nuovamente associazioni di faune, per lo più sparse nei depositi, indicanti un ulteriore abbassamento del paleoclima. Queste modifiche di composizione delle macrofaune indicano però una variazione meno accentuata.

Inoltre i prevalenti Molluschi sono più numerosi in basso e, verso l'alto, tendono a minori densità popolazionistiche collegate anche a fenomeni di più accentuata subsidenza, dopo i probabili rallentamenti corrispondenti alla formazione di livelli conchigliari a concentrazione di fossili. Le faune comprendono, pure in questa fase, un maggior numero di individui di Lamellibranchi, rappresentati precipuamente da specie sessili, fossatrici, semiendobionti ed endobionti. Nella serie di Valle Botto considerata si notano ad esempio:

Lamellibranchi

Nucula (N.) *placentina* Lamarck, *Arca noae* L., *Arca tetragona* Poli, *Barbatia* (*Soldania*) *mytiloides* (Brocchi), *Anadara* (A.) *pectinata* (Brocchi), *Glycymeris* (G.) *pilosa* (L.), *Lithophaga lithophaga* (L.), *Pinna* (P.) *nobilis* L., *Chlamys* (C.) *multistriata* (Poli), *Chlamys* (*Manupecten*) *pesfelis* (L.), *Pecten* (P.) *jacobaeus* (L.), *Spondylus* (S.) *gaederopus* L., *Lima lima* (L.), *Ostrea* (O.) *edulis* L., *Alectryonia plicatula* (Gmelin), *Megaxinus ellipticus* (Borson), *Lucinoma borealis* (L.), *Diplodonta* (D.) *rotundata* (Montagu), *Lepton* (L.) *nitidum* (Turton), *Astarte sulcata* (Da Costa), *Acanthocardia* (A.) *echinata* (L.), *Trachicardium* (*Dallocardia*) *multicostatum* (Brocchi), *Laevicardium* (L.) *oblongum* (Chemnitz), *Mactra corallina corallina* (L.), *Solen marginatus* (Pennant), *Ensis ensis* (L.), *Tellina* (*Arcopagia*) *crassa* (Pennant), *Tellina* (*Peronea*) *planata* L., *Tellina serrata* Renierj, *Donax venustus* Poli, *Gari* (*Psammobia*) *fervensis* (Gmelin), *Solecurtus strigilatus* (L.), *Circomphalus foliaceolamellosus* (Dillwin), *Pitar* (P.) *rudis* (Poli), *Callista* (C.) *puella* (Philippi), *Paphia* (*Callistotapes*) *vetula* (Basterot), *Thracia pubescens* (Pulteney).

Gasteropodi

Juiubinus striatus (L.), *Diloma* (*Oxistele*) *patulum* (Brocchi), *Calliostoma cingulatum* (Brocchi), *Circulus striatus* (Philippi), *Turritella* (*Haustator*) *vermicularis* (Brocchi), *Architectonica* (A.) *pseudo-perspectiva* (Brocchi), *Petalocochnus intortus* (Lamarck), *Ceritium* (*Theridium*) *varicosum* (Brocchi), *Crepidula unguiformis* Lamarck, *Aporrhais pespelecani* (L.), *Erato laevis* (Donovan), *Zonaria* (Z.) *porcellus* (Brocchi), *Naticarius* (N.) *dillwyni* (Payraudeau), *Cymatium* (*Monoplex*) *parthenopaeum* (Von Salis), *Girineum* (*Aspa*) *marginatum* (Gmelin), *Hexaplex* (*Phillonotus*) *rudis* (Borson), *Fasciolaria fimbriata* (Brocchi), *Narona* (*Sveltia*) *varicosa* (Brocchi), *Raphitoma* (R.) *harpula* (Brocchi), *Terebra* (T.) *acuminata* Borson.

L'insieme delle faune predominanti configura quindi, verso l'alto, condizioni climatiche meno calde, tendenti a temperato-medie. Infatti sono prevalentemente presenti forme di questo tipo di *habitat*. In particolare, le associazioni di macrofaune corrispondono maggiormente ad altre mediterranee attuali. Le forme indicatrici di mare più caldo si riducono con gradualità superiormente al livello a Pernidi o scompaiono bruscamente, come nel caso degli stessi *Isognomon*.

Nell'ambito delle non poche specie ancora viventi che caratterizzano le macrofaune considerate, il maggior numero di queste si riscontra intorno e nel livelletto conchigliare intermedio a prevalenti Pettinidi, sia nella regione paleontologica astigiana che altrove. Con questo riferimento,

si riportano altresì alcune notizie preliminari sul *taxon Mya truncata* L., ora ritrovato nei dintorni di Asti.

I resti cenozoici di questa forma, ancorché rari, sono da ascrivere alla specie di Linneo. Infatti, a seguito di numerosi confronti e controlli effettuati in rapporto a popolazioni fossili e attuali si è dapprima dovuto escludere qualsiasi riferimento a Panopeidi, a Lamellibranchi endobionti in qualche modo correlabili e ad aspetti teratologici. Invece, la conformazione, la struttura, le dimensioni, l'assetto cardinale, le impronte dei muscoli adduttori e del sifone, la linea palleale, corrispondono correttamente alle caratteristiche di *Mya truncata*. In particolare, la morfologia complessiva appare più simile a quella della forma *uddevallensis* Forbes del Pleistocene freddo (es. WAGNER, 1970). L'esemplare completo figurato (t. 1, figg. 1-4), oltre ai caratteri di correlazione predetti, presenta la valva destra maggiormente sviluppata, come di norma nella *Mya truncata*. Il condroforo, concaviforme, è leggermente orientato all'indietro, in relazione alla decisa troncatura del corto lato posteriore e della piegatura verso l'esterno del bordo posteriore stesso. Comunque, i raffronti con le forme plioceniche del Crag corallino, pleistoceniche e recenti sono positivi. In merito, occorre anche ricordare che *Mya truncata* è caratterizzata da una variabilità intraspecifica non accentuata ma ben rilevabile ed evidente. Ad esempio, nelle popolazioni attuali la conchiglia può presentarsi più o meno regolare posteriormente, con porzione anteriore meno o più sviluppata e arrotondata; lato posteriore subito troncato o relativamente prolungato, a bordo superiore diritto o inclinato; bordo posteriore sub-diritto, inclinato o leggermente concavo; apparato legamentare poco o maggiormente evidente, variamente orientato; impronte muscolari interne variabili in rapporto allo sviluppo in altezza ed in larghezza della conchiglia; impronte sifonali più o meno arrotondate e pronunciate in base allo sviluppo posteriore della conchiglia e del sifone.

I reperti astigiani rientrano in questa variabilità e si rende quindi difficile ipotizzare un *taxon* specifico o sottospecifico diverso. Anche in tal caso, comunque, non diminuirebbe il significato paleoclimatico degli stessi, a meno che si intenda considerare validi a questo proposito i soli individui pleistocenici e attuali.

Sotto il profilo evolutivo la forma pliocenica appare ben sviluppata in altezza, a cardini evidenti, con valve non rigonfie, subappiattite, mediamente robuste.

Per quanto attiene alle associazioni delle macrofaune intorno al livello intermedio, l'assenza di *Mya truncata* non modificherebbe il significato paleoclimatico delle stesse. *Mya truncata*, come accennato, è comunque specie già ben nota per il Pliocene nord-europeo. Come altri Molluschi di mare non caldo finora non noti o poco conosciuti per il Bacino

Neogenico mediterraneo, è stata ora riconosciuta in associazioni faunistiche del Pliocene piemontese, maggiormente correlabili con quelle plioceniche dell'Europa del Nord.

A conclusione delle rilevazioni effettuate si può ancora notare che nel complesso dei sedimenti considerati, in Valle Botto e altrove, sono presenti conchiglie di *Panopea glycymeris* (Born) situate perlopiù in posizione subverticale e, quindi, in vita profondamente insabbiate (fin oltre 40 cm). Questa forma, dall'ampio areale climatico nell'attuale, in questi ultimi anni è stata segnalata, con modeste popolazioni anche nel Mediterraneo occidentale e nel Tirreno. A parte l'età diversa dei depositi occupati questo *taxon* non fornisce un particolare significato climatico e, comunque, vive in acque temperate.

Indicazioni su microfaune e paleoflore.

Nei sedimenti tipici per il Pliocene medio affioranti presso Valleanzona e nei dintorni di Asti, le microfaune risultano in genere non abbondanti e spesso rimaneggiate, in base alla scarsa profondità che presentavano i fondali, decisamente costieri, al tempo del deposito. In alcune località, ove i sedimenti più fini indicano maggiori profondità, si nota un pur relativo aumento nelle frequenze di Foraminiferi, con apprezzabili percentuali allorché la *facies* sabbiosa « astiana » passa lateralmente a depositi più ricchi di argille.

Negli affioramenti classici di valle Andona e località limitrofe le microfaune assumono così un valore indicativo mediocre, con forme planctoniche presenti ovunque ma in quantità assai scarsa. Sempre in relazione ai paleoambienti litorali rappresentati dalle prevalenti sabbie giallastre, le microfaune appaiono altresì mediamente poco ricche di specie. Gli studi sui Foraminiferi di questi sedimenti pliocenici sono vari e, in genere, confermano le deduzioni accennate.

Per quanto attiene alle zone di valle Andona e di valle Botto, ove sono particolarmente evidenti i ricchi livelli a macrofaune, notizie di interesse per la presente ricerca sono contenute in SAMPÒ, ZAPPI & CARETTO, 1968. In questo studio, riferito alle serie tipiche del Pliocene medio, sono riportati gli elenchi delle microfaune a Foraminiferi che prevalentemente si ripetono, con non sensibili variazioni, nella regione paleontologica astigiana.

Tenuto, quindi, conto della relativa rarità delle microfaune nelle località astigiane, la considerazione, ad esempio, dei Foraminiferi per individuare fasi paleoclimatiche è obiettivamente difficoltosa e finora non ha appunto fornito dati che abbiano fatto rilevare con immediatezza simili fenomeni. Nonostante questa situazione, alcuni segni indicanti variazioni

di tipo climatico emersero dalle rilevazioni effettuate per lo studio predetto. Infatti, sia per valle Andona che per valle Botto, superiormente al livello conchigliare inferiore, venne segnalato *Eponides frigidus granulatus* Di Napoli, specie indicatrice di acque più fredde. Questo dato collima con le indicazioni provenienti dalle macrofaune per gli stessi sedimenti.

Con più stretto riferimento, invece, all'affioramento campione dei pressi delle cascate Gondo e Gheresi in valle Botto, il Prof. F. BARBIERI dell'Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Parma ha eseguito ripetuti controlli microfaunistici su campioni raccolti dallo scrivente. F. BARBIERI, in una relazione cortesemente predisposta, ha anzitutto ulteriormente confermato la scarsità, in genere, di microfaune, da porre in diretta relazione al paleoambiente del tutto litorale considerato. Risalendo nella serie, superiormente al livello complesso inferiore, sono state quindi rilevate le seguenti specie prevalenti di Foraminiferi (con indicazioni anche su altri microfossili):

1) A circa 6 m sopra al livello inferiore - *Florilus boueanus* (d'Orbigny), *Ammonia beccarii* (L.), *Elphidium crispum* (L.) (più frequente), *Criboelphidium decipiens* (Costa), *Hopkinsina bononiensis* (Fornasini), *Globigerinoides sacculifer* (Brady) (più raro). Il nannoplacton calcareo risulta anch'esso molto scarso e prevalentemente rimaneggiato (80%), con presenza di *Pseudoemiliania lacunosa* (Kamptner) (mancano le *Gephyrocapsa*, grandi e piccole).

2) 2 m circa inferiormente al livelletto intermedio a Pettinidi - *Florilus boueanus* (d'Orb.), *Ammonia beccarii* (L.), *Bolivina apenninica* Barb. & Mosna, rari *Elphidium crispum* (L.) e *Globigerina* sp..

3) Livelletto conchigliare a Pettinidi - *Florilus boueanus* (d'Orb.) (molto frequente), *Ammonia beccarii* (L.), *Stainforthia* sp..

4) 1/2 m circa superiormente al livelletto a Pettinidi - *Florilus boueanus* (d'Orb.) (molto frequente), *Globorotalia* sp..

5) Livello superiore ad *Isognomon* - *Cibicides lobatulus* (Walk. & Jacob) (frequente), *Elphidium crispum* (L.), *Ammonia beccarii* (L.) (raro). Abbondanti Ostracodi.

In base alle indicazioni provenienti dalle predette microfaune si possono formulare le seguenti osservazioni:

a) Dall'insieme e dalla dislocazione dei Foraminiferi emergono conferme per una datazione pliocenica media dei sedimenti considerati;

b) L'abbondanza di *Elphidium crispum* (L.) in basso e la sua notevole rarefazione fin quasi al livello ad *Isognomon* potrebbe avere un significato paleoclimatico e non di mera *facies* (dapprima acque calde e successivamente più fredde fino ad un ritorno di maggiori temperature). La rarefazione di questo Foraminifero potrebbe essere altresì posta in correlazione alla comparsa del citato *Eponides frigidus granulatus* Di Napoli, come segnalato per valle Andona e dintorni.

c) *Florilus boueanus* (d'Orb.), abbondante altresì in sedimenti correlabili di Castell'Arquato in Emilia, è specie interessante e da ulteriormente controllare, al fine di individuare, anche in questo caso, un suo eventuale significato paleoclimatico, indicativo di acque più fredde.

Mentre l'indagine micropaleontologica ha comunque fornito alcuni dati di interesse paleoclimatico la ricerca palinologica non ha finora apportato elementi per una valutazione. Infatti, nonostante ripetuti campionamenti nell'affioramento prescelto, i sedimenti si sono dimostrati sterili. La dott. E. Cerchio, che ha curato questa fase di controllo, ha spiegato l'assenza di granuli pollinici ancora in base alla scarsa profondità dei fondali in quei paleoambienti marini. In particolare, i depositi sabbiosi denotano fenomeni di ossidazione e possono aver subito disturbi al tempo della sedimentazione.

La mancanza di pollini nel predetto affioramento potrà essere mitigata e superata con la considerazione di eventuali *facies* isocrone (anche non lontane) caratterizzate da maggiori percentuali argillose.

Nel giacimento esaminato sono invece presenti, intorno e nel livelletto conchigliare a Pettinidi, numerose tracce di alghe costiere, rappresentate da residui carboniosi grigio-rossastri.

Fra questi si notano sezioni ad anello, spesso ben evidenti, indicanti forme probabilmente attribuibili, ad esempio, ai generi *Codium* ed *Enteromorpha*.

Collegamenti paleofaunistici isocroni.

Come premesso, nell'ampia regione paleontologica intorno ad Asti le indicazioni provenienti essenzialmente dalle macrofaune e dai dati paleoambientali configurano una situazione sostanzialmente analoga, a cospicue distanze.

In particolare, le associazioni faunistiche rilevate nei sedimenti tipici di Valle Botto si estendono a numerose località, ove affiorano i corrispondenti depositi del Pliocene marino.

Ovviamente, a livello geografico si possono notare differenze nella prevalenza delle specie, presenze o meno di determinate forme e diverse percentuali di individui ma senza una variazione del significato paleoclimatico complessivo. Anche le *facies* litologiche presentano localmente modificazioni di carattere secondario, con eventuali sabbie più o meno debolmente argillose od a componenti arenacei.

Inoltre, le distanze verticali fra i livelli fossiliferi subiscono moderate oscillazioni, rimanendo per lo più suborizzontali. In particolare, il livelletto conchigliare intermedio, in qualche caso detritico, può localmente risultare più o meno distanziato dal livello ad *Isognomon*.

La successione dei sedimenti, del tutto regolare e con depositi uniformemente a matrice sabbiosa per ampie superfici geografiche, non offre elementi per rilevare che le variazioni verticali nelle faune siano dovute a fattori, più o meno localizzati, di tipo selettivo o attinenti a modifiche ambientali. Per contro, i fattori sedimentologici, macro e microfaunistici, indicano fondali marini poco profondi e anch'essi abbastanza uniformi.

I sedimenti pliocenici superiori, principalmente rappresentati nell'Astigiano, sono ben correlabili, ad esempio, nei dintorni di: Buttigliera d'Asti, Castelnuovo don Bosco, Colle don Bosco, Bagnasco d'Asti, Viale, Soglio, Montafia, Camerano Casasco, Cortazzone, Cortandone, Villafranca d'Asti, Arboschio, Cantarana, Montà, Tigliole, Vaglierano, Baldichieri, Castellero, Monale d'Asti, San Carlo, Montegrosso Cinaglio, Settime, San Grato, Valleandona, Valle Botto, Valle Ceresa, Castiglione d'Asti, Quarto, Castello d'Annone. A sud, sud-est di Asti, ove si notano maggiore erosione e sedimenti indicanti paleofondali meno infralitorali, si rilevano alcune variazioni nell'andamento dei livelli fossiliferi principali e nelle prevalenze di specie, soprattutto riferite ai Lamellibranchi.

A questo proposito sono da segnalare le località prossime a Rocca d'Arazzo, Santa Caterina, Vigliano d'Asti, Camicia, Valmontasca, Mongardino, Mombercelli. Quivi, il livello centimetrico a Pettinidi dei dintorni di Asti è sostituito da prevalenti oligoassociazioni di Ostreidi (es. *Ostrea (O.) edulis* L.) o di Glossacei (es. *Glossus humanus* (L.)), come si nota specialmente nei pressi di Santa Caterina e di Valmontasca. Questi fossili e quelli sparsi esistenti fra i due livelli conchigliari principali non rappresentano anch'essi forme tipiche di mare caldo ma di tipo intorno a temperato, temperato-freddo.

Presso Vigliano d'Asti, Camicia e Valmontasca, sono numerose le conchiglie di *Venus (Ventricoloidea) multilamella* (L.) *multilamelloides* (Sacco) (v. Caretto 1970, Montefameglio 1984). Questa forma, peraltro persistente verticalmente nelle serie, può anche essere ambientalmente

comparata a Veneridi attuali di clima non caldo e con qualche riferimento morfologico (es. *Venus (Mercenaria) mercenaria* L.).

Nelle associazioni del livello conchigliare superiore, oltre a vari Ostreidi di cospicue proporzioni (es. *Ostrea (O.) lamellosa* Brocchi) sono presenti numerosi resti di *Amusium (A.) cristatum* (Bronn), simile ad altri congeneri attuali, viventi nella provincia Indo-pacifica (es. *A. (A.) japonicum* (Gmelin), con geonemia da Taiwan all'Australia). Pure in questi luoghi le faune prevalenti avevano caratterizzato passaggi a paleoambienti di tipo temperato, temperato-freddo e, successivamente, di mare più caldo.

Nelle località plioceniche a sud, sud-ovest di Asti, quali Santo Stefano Roero, Canale, Vezza d'Alba, Valmaggione, l'erosione ha prevalentemente cancellato i sedimenti pliocenici superiori mentre sono sempre ben collegabili quelli medi inferiori.

Ove affiora il livelletto centimetrico intermedio (es. pressi di Pocapaglia), si notano associazioni di prevalenti Lamellibranchi e Gasteropodi ancora di mare non caldo (es. Lucinidi dei Generi *Lucinoma* e *Lucina*; Veneridi dei Generi *Venerupis* e *Mysia*).

Per quanto attiene ai cospicui giacimenti fossiliferi esistenti a nord della città di Torino, particolarmente nei dintorni di Masserano, Cossato Biellese e della Val Chiusella (Canavese), sono stati controllati i collegamenti a distanza con i sedimenti isocroni astigiani. Mentre per il Biellese l'erosione ha posto soprattutto in luce i depositi alla base del Pliocene medio, con le tipiche macrofaune, presso la Val Chiusella si è reso possibile stabilire una correlazione soddisfacente. Infatti nei pressi delle località Borra Grande, Ponte dei Preti, Parella e San Giovanni, i giacimenti pliocenici presentano serie ben esposte e potenti. In relazione a questa situazione (v. BARBIERI, CARRARO & PETRUCCI, 1974; CARRARO, MEDIOLI & PETRUCCI, 1974-1975, CERCHIO 1982) ed alle faune esistenti, sono operabili validi collegamenti con le serie tipiche astigiane. In particolare, i depositi glaciomarini che sovrastano il livello fossilifero inferiore contengono resti di Molluschi comparabili a quelli di mare temperato, temperato-freddo, ritrovati nei dintorni di Asti (v. autori citati). Durante una recente ricognizione effettuata da F. Carraro, M. G. Forno (Università di Torino) e dallo scrivente, nei depositi siltitici glaciomarini di nuovi affioramenti (pressi della località di San Giovanni) sono state individuate intercalazioni a matrice argillosa, contenenti Molluschi ben conservati, caratteristici di depositi marini relativamente tranquilli. Questi livelletti, incostanti e ripetuti verticalmente, indicano che, lungo quelle coste plioceniche, si alternavano fasi di trasporto glaciomarino ad altre, più brevi, di tranquillo deposito di sedimenti, relativamente ad un fondo marino interessato da macrofaune costiere prevalentemente intercotidali e litorali.

Osservazioni riassuntive.

Relativamente ai sedimenti pliocenici considerati sono state individuate pulsazioni climatiche di durata ineguale e più o meno sensibili. Alla fase di clima sicuramente caldo, collegata alla sottozonazione più recente del livello conchigliare sovrastante le argille azzurre di base, seguì un episodio relativamente lungo di tipo temperato, temperato-freddo. Successivamente ritornarono condizioni climatiche di mare caldo subtropicale per un periodo più breve e, infine, si verificarono condizioni di clima meno caldo, vicino a temperato, per quanto attiene ai sedimenti marini superiori. Circa la *facies* continentale villafranchiana, che nella regione paleontologica astigiana e altrove ricopre le sommità dei rilievi, il paleoclima risultò nuovamente più caldo.

Queste indicazioni si riferiscono, come premesso, ad affioramenti fossiliferi geograficamente estesi, pur con variazioni nelle composizioni delle associazioni di macrofaune prevalenti (es. Valmontasca di Vigliano d'Asti e Santa Caterina di Rocca d'Arazzo). Le differenziazioni verticali nelle associazioni di prevalenti Molluschi sono sempre anche macroscopicamente evidenti e ben rilevabili nelle serie più complete (es. Valle Botto, Valle Andona, Baldichieri, Monale, presso Asti).

La relativa persistenza verso l'alto di alcuni Molluschi, di tipo meno temperato o di ampia diffusione in vari mari, risulta del tutto secondaria e trascurabile, in rapporto al gran numero di individui appartenenti a specie significative e idonee a configurare le singole fasi paleoclimatiche considerate.

La convergenza essenziale dei dati desunti dalle macrofaune e i sia pur scarsi ritrovamenti di Foraminiferi in base alla scarsa profondità di quei fondali cenozoici, hanno comunque permesso di confermare che anche nel Pliocene intorno a medio, così come in quello inferiore, si sono registrate variazioni cicliche nelle temperature medie.

Inoltre, vengono dimostrati l'utilità e il significato delle macrofaune nei casi di paleoambienti intercotidali o decisamente costieri. I Lamelli-branchi, meno mobili dei Gasteropodi, risultano infine particolarmente utili per i riferimenti ambientali e climatici. Per quanto attiene allo sviluppo della presente ricerca, indicazioni circa i depositi pliocenici medi, interessati dal livello conchigliare complesso citato, sono in corso di rilevazione al fine di controllare eventuali oggettive variazioni climatiche pure in rapporto a questi sedimenti, sovrastanti le argille di tipo piacentino, normale substrato di tutto il Bacino ligure-piemontese.

Opportuni controlli potranno altresì essere effettuati presso altre regioni paleontologiche, per verificare l'estensione di questi fenomeni paleoclimatici nel Bacino mediterraneo.

Le fluttuazioni climatiche rilevate per i sedimenti tipici del Pliocene astigiano e piemontese implicheranno comunque l'opportunità di formare collezioni di fossili, per studio, maggiormente riferite alle singole posizioni stratigrafiche.

Il problema delle variazioni climatiche intervenute nel Pliocene non rappresenta comunque che un modesto aspetto di quello più generale, riferito alla storia geologica della Terra. Infatti, fin dal Cambriano sono note grandi glaciazioni, che si sono alternate a lunghi periodi di paleoclima caldo, tropicale e torrido. In particolare, le glaciazioni del lontano Permiano possono già essere paragonate a quelle, estese ed intense, del Quaternario.

Secondo alcuni autori cicli generali si riprodurrebbero ogni duecento milioni di anni circa, in rapporto al periodo di rotazione completa della nostra Galassia. Fluttuazioni climatiche minori, conseguenti a quelle più ampie comparirebbero in tempi relativamente molto più brevi, con estensioni geografiche meno imponenti (v. Pinna, 1977). Per quanto attiene al Cenozoico recente e al Quaternario sono sempre più numerosi e puntuali i dati che confermano questi cicli cronologicamente minori ma comportanti, in ogni caso, modificazioni nelle temperature medie significative e ben apprezzabili.

Relativamente al Quaternario, meglio investigabile per la maggiore quantità di elementi di valutazione assumibili, le « mappe » delle variazioni climatiche intervenute con i periodi glaciali e interglaciali sono ormai sufficientemente complete e validamente dimostrabili.

Gran parte delle rilevazioni su modificazioni climatiche generali avvenute durante ere geologiche trascorse sono inoltre da collegare pure alle « migrazioni » delle zolle terrestri, provenienti dal primitivo continente unico e in lento movimento da centinaia di milioni di anni.

Infine, per quanto attiene ai sedimenti pliocenici esaminati, onde facilitarne il riconoscimento e per eventuali collegamenti cronologici con altre regioni paleontologiche, si propongono le seguenti definizioni:

— fase « astense » per la « punta » temperata, temperato-fredda che trova normalmente riscontro intorno e nel livelletto a prevalenti Pettinidi, posto fra quello, complesso, inferiore e l'altro a « *Isognomon* » superiore;

— fase « valandonense » (da Valle Andona) per l'episodio caldo rappresentato dall'esteso livello a « *Isognomon* », particolarmente ben rilevabile presso l'abitato di Valleandona (Asti), nell'affioramento che, nel 1853, venne prescelto da Rouville per identificare il suo Piano « Astiano ».

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- AIASSA R., MONDINO G. P. & PAVIA G., 1979 - Valle Andona e Valle Botto - *Regione Piemonte - Ass. It. Nat.*, 32 pp., 3 + 4 ff., 4 tt. .
- ALBERICI A., BARBIERI F., IACCARINO S. & ROSSI U., 1973 - Considerazioni Biostratigrafiche e Paleoecologiche sul Neogene del Fianco Occidentale della Dorsale Medio-Atlantica Meridionale (Foraminiferi dei « Sites » 15 e 16 del « Leg » III° D.S. D.P.) - *L'Ateneo Parmense, Acta Naturalia*, Parma, 9 (2), pp. 137-151, 3 ff., t. 1.
- BARETTI M., 1893 - Geologia della Provincia di Torino - *Casanova ed.*, Torino, 732 pp., atl., 7 carte, 27 profili in 8 tt. cromolito.
- BARBIERI F., 1967 - The Foraminifera in the Pliocene section Vernasca, Castellarquato, including the « Piacentian stratotype » (Piacenza Province) - *Mem. Soc. it. Sci. nat.*, Milano, pp. 145-163, ff. 1-10, 1 tab. .
- BARBIERI F., CARRARO F. & PETRUCCI F., 1974 - Osservazioni micropaleontologiche e stratigrafiche sulla serie marina e glaciomarina della Valchiusella (Ivrea, prov. di Torino) - *L'Ateneo Parmense, Acta Naturalia*, 10 (1), pp. 5-14, 2 ff. .
- BELLARDI L. & SACCO F., 1872-1904 - I Molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria - *R. Ace. Sci. Torino*, 30 fasc., num. tt. .
- BRAMBILLA G., 1976 - I Molluschi pliocenici di Villalvernia (Alessandria). I, Lamelli-branchi - *Mem. Soc. it. Sci. nat.*, Milano 21 (3), pp. 81-128, 4 ff., tt. 22-31.
- BRITISH MUSEUM (vari autori), 1963 - British Caenozoic fossils (Tertiary and Quaternary) - *Trust. Brit. Mus. nat. Hist.*, London, 2^a ed., 132 pp., 44 tt. .
- BROCCHI G., 1814 - Conchiologia fossile subapennina - *Stamp. Reale*, Milano, 2 voll., 712 pp., 16 tt. .
- BRUNO L., 1877 - I terreni costituenti l'anfiteatro allo sbocco della Dora Baltea - *Tip. F. L. Curbis*, Ivrea, 65 pp. .
- CARETTO P. G., 1963 - Nuovi dati sulla estensione della formazione a *faeies* piacentiana a Ovest della città di Asti - *Atti Soc. it. Sci., nat.*, Milano, 101 (1), pp. 5-31, 6 ff., tt. 1-4.
- CARETTO P. G., 1970 - La Balenottera delle sabbie plioceniche di Valmontasca (Vigliano d'Asti) - *Boll. Soc. pal. it.*, Modena, 9 (1), pp. 3-75, 9 figg., 3 tabb., tt. 1-20.
- CARETTO P. G., 1975 - Un raro Lamellibranco perlifero nel Pliocene piemontese - *Atti Soc. it. Sci. nat.*, Milano, 116 (1-2), pp. 33-64, 3 ff., tt. 1-5.
- CARETTO P. G., 1981 - Notizie preliminari su paleofaune a Molluschi della località « Becchi » di Castelnuovo don Bosco (Asti) (Pliocene medio-superiore) - *Natura*, Milano, pp. 175-184, 2 ff. .
- CARETTO P. G., 1985 - Segnalazione del Lamellibranco *Venerupis rhomboides* (Pennant, 1777) nel Pliocene piemontese - *Atti Soc. it. Sci. nat.*, Milano, 126 (1-2), pp. 101-119, 3 ff., tt. 1-2. .
- CARETTO P. G., 1985 - Segnalazione di *Conus puleher* Lightfoot, 1786 (= *Conus prometheus* Hwass, 1792) nel Pliocene piemontese - *Atti Soc. it. Sci. nat.*, Milano, 126 (3-4), pp. 185-200, figg. 1-14, 1 tab.
- CARETTO P. G., 1985 - Notizie sulla presenza dei Lamellibranchi *Venerupis aurea* (Gmelin 1790) e *V. geographica* (Chemnitz, 1784) nel Pliocene piemontese - *Atti Soc. it. Sci. nat.*, Milano, 126 (3-4), pp. 283-301, tt. 1-2.

- CARRARO F., FORNO M. G. & VALPREDÀ E., 1982 - Piedmont. Asti Area - *Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere, I.G.C.P., UNESCO, project 73/1/24*, 24 pp., 12 ff., 1 carta, 1 t. .
- Carta I.G.M. - 100.000, F. 67 (Vercelli); F. 69 (Asti).
- CERCHIO E., 1982 - Studio palinologico dei depositi glaciomarini pliocenico-medi della Val Chiusella (tesi di laurea) - *Univ. Torino, Fae. Sci. M.F.N. (Scienze geol.)*, 66 pp., 9 fot. col., 2 carte, 1 f., 1 diagramma.
- DANCE S. P., 1977 - The encyclopedia of shells - *Blandford Press., Poole Dorset, Causton & Sons, London*, 288 pp., num. ff. .
- D'ANGELO G. & GARGIULLO S., 1978 - Guida alle conchiglie mediterranee - *Fabbri ed., Milano*, 224 pp., num. ff. col. .
- FONTANNES M., 1879-1882 - Les Mollusques pliocènes de la Vallée du Rhône et du Roussillon - *F. Savy éd., Paris*; I vol., 278 pp.; II vol., 322 pp.; 12 + 19 tt. .
- GIGNOUX M., 1913 - Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du Sud et e de la Sicile - *Ann. Univ. Lyon, Lyon, n.s., fasc. 36*, 24 + 1-693 pp., tt. 1-21.
- GRECCHI C., 1978 - Problems connected with the recorded occurrence of some Molluscs of Indo-Pacific affinity in the Pliocene of the Mediterranean area - *Riv. it. Paleont., Milano*, 84 (3), pp. 797-812, 8 ff., t. 82.
- HÖRNES M., 1856-1870 - Die fossilen Mollusken des Tertiaer-Berckens von Wien - *Abbandl. K. K. Geol. - Reichs, Wien, ser. 3, 2 voll.: 1*, 733 pp., 52 tt.; II, 479 pp., 85 tt. .
- LONA F., 1962 - Prime analisi pollinologiche sui depositi terziari-quadernari di Castellarquato: reperti di vegetazione di clima freddo sotto le formazioni calcaree ad *Amphistegina* - *Boll. Soc. geol. it., Roma*, 81 (1), pp. 89-91.
- LINDNER G., 1976 - Guide des coquillages marins - *Delachaux & Niestlé, Neuchâtel-Paris*, 255 pp., 1257 ff. (1072 col.).
- MALATESTA A., 1974 - Malacofauna pliocenica umbra - *Mem. Carta Geol. It., Roma*, 13, pp. 1-498, 40 ff., tt. 1-32.
- MARASTI R. & RAFFI S., 1979 - Observations on the paleoclimatic and biogeographic meaning of the mediterranean Pliocene Molluscs. State of the problem - *7° Int. Congr. Medit. Neog., Athens, Sept. 27-Oct. 2*, Inst. Geol. Pal. Univ. Parma, 10 pp.
- MARTINELL J., 1979 - *Mesogastropoda* del Pliocene del Empordà (Girona) - *Studia geologica*, pp. 85-156, 2 ff., tt 1-5.
- MARTINS C. & GASTALDI B., 1850 - Essai sur les terrains superficiels de la Vallée du Pô, aux environs de Turin, comparés à ceux de la plaine Suisse - *Bull. Soc. géol. Fr.* 7, II sér., pp. 554-613, 1 carta, 4 ff., 1 tab. .
- MAYER EYMAR K., 1876 - La verité sur la mer glaciale au pied des Alpes - *Bull. Soc. géol., Fr., sér. III*, 4, pp. 199-222.
- MC MILLAN N. F., 1968 - British shells - *F. Warne & Co.ltd. London-New York*, 196 pp., 4 ff., 64 tt. (32 col.).
- MONTEFAMEGLIO L., 1984 - Nuove osservazioni sui Veneridi del Pliocene piemontese riferibili a *Venus (Ventricoloidea) multilamella* (Lamarck) - *Atti Soc. it. Sei. nat., Milano*, 125 (3-4), pp. 271-283, figg. 1-6.
- NORDSIECK F., 1969 - Die Europaischen Meeresmuscheln (*Bivalvia*) - *C. Fiseher, Stuttgart*, 256 pp., 25 tt. .

- PALLA P., 1966 - Lamellibranchi pliocenici della bassa Val d'Elsa (Toscana occidentale) - *Riv. it. Paleont.*, Milano, 72 (2), pp. 397-458, 2 ff., pp. 18-23.
- PALLA P., 1967 - Gasteropodi pliocenici della bassa Val d'Elsa (Toscana occidentale) - *Riv. it. Paleont.*, Milano, 73 (3), pp. 931-1020, 1 f., 1 tab., tt. 71-75.
- PAPANI G. & PELOSIO G., 1963 - La serie Plio-Pleistocenica del T. Stirone (Parmense occidentale) - *Boll. Soc. geol. it.* Roma, 81 (4), estr., 45 pp., 7 tt. .
- PAVIA G., 1975 - I Molluschi del Pliocene inferiore di Monteu Roero (Alba, Italia NW) - *Boll. Soc. Paleont. it.*, Modena, 144 (2), pp. 99-175, 6 ff., tt. 1-14.
- PELOSIO G., 1966 - La Malacofauna dello stratotipo del Tabianiano (Pliocene inferiore) di Tabiano Bagni (Parma) - *Boll. Soc. Paleont. it.*, Modena, 5 (2), pp. 101-183, 3 ff., tt. 35-47.
- PELOSIO G. & RAFFI S., 1977 - Preliminary remarks on mollusc assemblages of the Stirone river Pleistocene series (Parma Province, Northern Italy) - *INQUA Congress Birmingham, Inst. Geol. Univ. Parma, Parma*, 19 pp., 2 ff. .
- PEYROT-MADDALENA M. G., (senza data) - Vita delle spiagge - *S.A.I.E.*, Torino, 98 pp., 261 ff. col. .
- PIERSANTI C., 1926 - I Molluschi e le conchiglie - *Hoepli*, Milano, 527 pp., 403 ff. .
- PINNA M., 1977 - Climatologia - *U.T.E.T.*, Torino, 430 pp., 4 cartine col., 113 ff. .
- PREVER P. L., 1907 - I terreni quaternari della Valle del Po dalle Alpi Marittime alla Sesia - *Boll. Soc. geol. it.*, Roma, 26, pp. 523-556.
- RAFFI S., STANLEY S. M. & MARASTI R., 1985 - Biogeographic patterns and Plio-Pleistocene extinction of *Bivalvia* in Mediterranean and southern North Sea - *Paleobiology, Paleont. Soc.*, 11 (4), pp. 368-388, 4 ff., 1 tab. .
- RUGGIERI G., 1961 - Alcune zone biostratigrafiche del Pliocene e del Pleistocene italiano - *Riv. it. Paleont.*, Milano, 67 (4), pp. 405-417.
- RUGGIERI G., 1962 - La serie marina pliocenica e quaternaria della Romagna - *Camera Commercio, Ind. Agric.*, Forlì, 79 pp., 4 ff. .
- RUGGIERI G. & SELLI R., 1948 - Il Pliocene e il Pleistocene dell'Emilia - *Giorn. Geol.*, Bologna, 20 (3), pp. 1-14.
- SACCO F., 1888 - I terreni terziari e quaternari del Biellese - *C.A.I. biellese, Tip. Guadagnini & Candellero*, Torino, 16 pp., 1 carta geol. .
- SACCO F., 1927 - Il glacialismo nella Valle d'Aosta - *Min. Lav. Pubbl. - Servizio Idrografico - Uff. Idr. del Po*, Parma, 66 pp., 2 carte geol. .
- SAMPÒ M., ZAPPI L. & CARETTO P. G., 1968 - Les Foraminifères de l'« Astien » - *Giorn. Geol.*, Bologna, 35 (3), pp. 277-293, 4 ff., 2 tabb. .
- STOPPANI A., 1880 - L'Era neozoica (in G. Negri, A. Stoppani & G. Mercalli) parte II - *Geol. d'It.*, Vallardi ed., Milano, 360 pp., 22 tt. .
- TEBBLE N., 1976 - British bivalve seashells - *Roy. Scottish Mus.*, Edinburg, 213 pp., 110 ff., 12 tt. .
- VAN URK R. M., 1980 - Fossil and recent *Lutraria* (Mollusca, Bivalvia) in Europe, with description of four new species - *Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol.*, Rotterdam, 17 (4), pp. 235-266, 2 ff., 1 tab., 2 tt. .
- WAGNER F. J. E., 1970 - Faunas of the Pleistocene Champlain Sea - *Geol. Surv. Canada*, Ottawa, Bull. 181, 104 pp., 2 ff., 3 tabb., 7 tt. .